



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE NUTRIÇÃO

Arliane Amaral Viana

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA DE BACABA
LIOFILIZADA

BELÉM

2019

Arliane Amaral Viana

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA DE BACABA
LIOFILIZADA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquidea Vasconcelos dos Santos.

BELÉM

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A485d Amaral Viana, Arliane
 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA
 POLPA DE BACABA LIOFILIZADA BELÉM 2019 / Arliane
 Amaral Viana. — 2019.
 39 f. : il.

 Orientador(a): Prof^ª. Dra. Orquidea Vasconcelos dos Santos
 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de
 Nutrição, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do
 Pará, Belém, 2019.

 1. Oernocarpus bacaba, compostos bioativos, capacidade
 funcional.. I. Título.

CDD 641

Arliane Amaral Viana

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA DE BACABA
LIOFILIZADA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição
pela Universidade Federal do Pará.

BANCA EXAMINADORA:

Profª Drª Orquidea Vasconcelos dos Santos
(Universidade Federal do Pará – Orientador)

Prof. Dr. Francisco das Chagas Alves do Nascimento
(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

Engª Msc Mayara Galvão Martins
(Universidade Federal do Pará – Membro externo)

“O sucesso nasce do querer, da terminação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo faz coisas admiráveis”.
José de Alencar

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que foi o meu sustento e me deu coragem durante toda essa caminhada, sem ele eu não teria forças.

Dedico também aos meus pais Arlindo e Zilma e meu irmão Arlezi por todo apoio, investimento e por acreditarem em mim mais do que eu mesma.

Agradeço também aos meu avôs, tios, tias, primos e primas e todos que direta ou indiretamente fizeram parte desse ciclo tão importante da minha vida.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra Orquidea Vasconcelos por toda paciência e dedicação para que fosse possível a conclusão deste trabalho. Desejei sempre que fosse minha orientadora por admirar seu profissionalismo e responsabilidade.

Agradeço as minhas melhores amigas Marilyn Figueiredo e Iasmyn Navarro por sempre me apoiarem nesse sonho e me ajudarem a levantar sempre que eu pensava em desistir.

Agradeço aos meus amigos de graduação Gabriela Uliana, Yasmim Dannielle, Julio Maia, Camila Ribeiro, Rafaela Viana e Gabriel Valente que deixaram mais leve e divertida essa graduação.

Agradeço aos amigos do Laboratório de Ciência dos Alimentos Adriano Maciel, Douglas Marley, Danilo Costa, Evelyn Vieira, Laís Lisboa e Stephanie Soares por me ajudarem tanto e não medirem esforços para que fosse possível a finalização deste trabalho.

Agradeço ao professor Francisco Chagas e Mayara Galvão por aceitarem a participação na minha banca e dividirem comigo esse momento tão importante.

Por fim agradeço a todos que fizeram parte dessa etapa decisiva em minha vida.

RESUMO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são a principal razão de enfermidades e óbito no mundo e estão correlacionadas com estresse oxidativo. Diante disso, busca-se identificar fontes alimentares antioxidantes afim de prevenir as DCNT. Destaca-se então a bacaba com excelente valor nutricional e rica em compostos bioativos lipídicos. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi determinar os compostos bioativos da polpa de bacaba liofilizada com finalidade de agregar valor à sua capacidade funcional. A fruto foi obtido no mercado do Ver-o-Peso, no Município de Belém Estado do Pará e em seguida o material foi despulpado, congelado e liofilizado, foi caracterizado quanto aos aspectos físico-químicos (atividade de água, potencial hidrogeniônico, acidez total titulável, sólidos solúveis totais), e em compostos bioativos como os fenólicos totais, antocianinas, flavonoides, carotenoides totais e pigmentos naturais (clorofila a, clorofila b, licopeno). O estudo confirmou a capacidade funcional da polpa de bacaba liofilizada identificando média de 181,11 (mg/100g) de compostos fenólicos totais, 21,32 (mg/100g) de antocianinas, flavonoides 54,25 (mg/100g), e carotenoides de 10,68 (mg/100g). Foi possível observar alto valor de compostos fenólicos e carotenoides totais quando comparado com outros frutos da região amazônica. Conclui-se que os resultados obtidos foram promissores apresentando valores elevados de compostos bioativos agregando valor funcional, nutricional e comercial para a polpa liofilizada deste fruto.

Palavras-chaves: Oernocarpus bacaba; compostos bioativos; capacidade funcional.

ABSTRACT

Noncommunicable chronic diseases (NCDs) are the leading cause of disease and death worldwide and are correlated with oxidative stress. Therefore, we seek to identify antioxidant food sources in order to prevent NCDs. The bacaba with excellent nutritional value and rich in lipid bioactive compounds stands out. Thus, the objective of this research was to determine the bioactive compounds of lyophilized bacaba pulp in order to add value to their functional capacity. The pulp was obtained from the Ver-o-Peso market in Belém, State of Pará, and then the material was lyophilized and characterized by physical and chemical aspects (water activity, hydrogen potential, total titratable acidity, total soluble solids), and in bioactive compounds such as total phenolics, anthocyanins, flavonoids, total carotenoids and natural pigments (chlorophyll a, chlorophyll b, lycopene). The study confirmed the functional capacity of lyophilized bacaba pulp by identifying an average of 181.11 (mg / 100g) total phenolic compounds, 21.32 (mg / 100g) anthocyanins, flavonoids 54.25 (mg / 100g), and carotenoids. 10.68 (mg / 100g). It was possible to observe high value of phenolic compounds and total carotenoids when compared with other fruits of the Amazon region. It is concluded that the results obtained were promising presenting high values of bioactive compounds adding functional, nutritional and commercial value to the lyophilized pulp of this fruit.

Keywords: *Oernocarpus bacaba*; bioactive compounds; functional capacity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos totais estimados com doenças cardiovasculares por ano.....	17
Tabela 2 – Características físico-químico da polpa de bacaba liofilizada.....	26
Tabela 3 – Carotenoides totais, convertidos em Equivalente de Retinol (RE).....	27
Tabela 4 – Determinação de compostos bioativos da polpa de bacaba liofilizada.....	28
Tabela 5 – Comparação de carotenoides e fenólicos totais da polpa de bacaba com outros frutos da região amazônica.....	30
Tabela 6 – Determinação de clorofila a, clorofila b e licopeno.....	31

Sumário

1 INTRODUÇÃO	9
2 JUSTIFICATIVA	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 DOENÇAS CARDIOVASCULARES	13
3.2 BACABA (<i>Oenocarpus bacaba</i>)	15
3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS	16
3.3.1 Compostos fenólicos ou polifenóis	17
3.3.2 Carotenoides	17
4 LIOFILIZAÇÃO	18
4 OBJETIVOS	19
4.1 OBJETIVO GERAL	19
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5 MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 PREPARO DA AMOSTRA	20
5.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	20
5.3 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA	20
5.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)	21
5.5 ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL	21
5.6 SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST)	21
5.7 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS	21
5.7.1 Carotenoides totais	21
5.7.6 Polifenóis totais	22
5.8 ANÁLISES MORFOLÓGICAS	22
6 RESULTADOS	23
6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	23
6.2 CAROTENOIDES TOTAIS	24
6.3 ANÁLISE MORFOLÓGICA	29
7 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Diante das mudanças epidemiológicas, as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são a principal razão para a incidência de adoecimento e óbito no mundo, sendo responsável por 72,3% das mortes no ano de 2016. Vale salientar que, estes achados tem como fatores de risco dominante hábitos de vida inapropriado como inatividade física, fumo, alcoolismo e alimentação inadequada (GLOBAL HEALTH METRICS, 2017; BRASIL, 2018).

Em geral, as DCNT estão correlacionadas ao estresse oxidativo provocado por radicais livres, que são átomos altamente reativos ou moléculas com elétrons não pareados em sua camada externa, formados frequentemente em organismo anaeróbios. Logo, a produção de radicais livres em larga escala pode causar danos na estrutura celular. (FINCO, KLOSS, GRAEVE, 2016). Visando as alterações ocasionadas por um desequilíbrio entre as espécies reativas de oxigênio e a capacidade antioxidante para o tratamento de DCNT, uma boa alimentação se torna indispensável para as defesas no organismo (TURECK, 2017).

De fato, alguns componentes alimentares destacam-se na capacidade de transformar e/ ou diminuir a ação de radicais livres e estão relacionados a qualidade da dieta (TURECK, 2017). As frutas e vegetais tem significativa importância na identificação dessa possibilidade de atuação antioxidante, afim de prevenir DCNT. É importante enfatizar que as frutas e hortaliças são fonte de vitaminas e compostos bioativos como vitamina C, carotenoides e polifenóis, reconhecidos por sua ação de proteção contra oxidação (BOMFIM et al., 2017).

Diante das investigações foram encontrados diferentes frutos com eficácia positiva em seu efeito antioxidante na Amazônia (COUTINHO, 2017; SILVA, 2017). Segundo Neves et al. (2015) a Bacaba (*Oenocarpus Bacaba*) apresenta uma boa concentração de composto bioativos sendo um grande objeto de estudo por sua funcionalidade.

Oenocarpus bacaba atinge cerca de 7 à 22 metros de altura e fornece frutos na coloração negro-violácea que amadurecem entre abril e dezembro (GUIMARÃES, 2013; PUERARI, MAGALHÃES-GUEDES, SCHWAN, 2015). O fruto apresenta alto teor de lipídios, com maior abundância no ácido oleico, seguido de palmítico e esteárico com um excelente valor nutricional. Seu fruto tem qualidade funcional satisfatória devido à presença de compostos bioativos lipídicos, pigmentos e antioxidantes naturais. Basicamente, prevalecem no componente comestível, lipídeos e teores menores de açúcares e proteínas. Sua polpa é altamente perecível e aponta características interessantes quando ao teor de fibras e antocianinas (SEIXAS et al., 2016; NEVES et al., 2015; FERNANDES, 2015; LAUVAI et al., 2017; PINTO et al., 2018). Tradicionalmente, o potencial econômico baseia-se na utilização dos frutos para produção de polpa e bebida fermentada. Além disso, as sementes são usadas para extração e

obtenção de óleo, o palmito para alimentação e o estipe para construção de casas (GUIMARÃES, 2013).

O presente trabalho tem como objetivo determinar o teor de compostos bioativos antioxidantes da polpa da bacaba liofilizada. Com propósito de determinar sua capacidade funcional e contribuir para diferentes segmentos industriais e alimentícios.

2 JUSTIFICATIVA

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) estão relacionadas ao maior uso de serviços de saúde (MALTA et al., 2017). Apesar de ter havido redução de mortalidade entre os anos de 2000 à 2014, foram estimados 4.265.038 óbitos prematuros no Brasil decorrentes de diabetes, neoplasias, doenças respiratórias e doenças cardiovasculares (BRASIL, 2017). Estas doenças têm influência de aspectos comuns apontados como estilo de vida inadequado, sedentarismo, fumo, alcoolismo, e principalmente alimentação inadequada (BRASIL, 2018).

O consumo excessivo de calorias e à oferta desequilibrada de nutrientes aumenta o risco de desenvolver DCNT (BRASIL, 2014). Nesse sentido uma boa alimentação é essencial para manter o equilíbrio do corpo e essa deve estar regada de frutas e vegetais que garantem não só uma gama de micronutrientes mas também podem reduzir o consumo de gorduras saturadas, açúcar e sal (REIS et al., 2016). Estudos com frutas e vegetais tem se destacado na identificação dessa possibilidade de ação antioxidante, afim de prevenir DCNT (FINCO, KLOSS, GRAEVE, 2016). Destaca-se a bacaba (*Oenocarpus Bacaba*) como um grande objeto de estudo por sua capacidade funcional (NEVES et al., 2015). Trata-se de um fruto rico em óleos tendo como mais abundante o ácido oleico que pertence à família ômega-9, seguido de palmítico, esteárico e mirístico. Além disso, observa-se um alto valor nutricional e uma gama de antioxidantes naturais apresentando teor de antocianinas, carotenoides, B- caroteno e ácido ascórbico. Entre seus componentes está presente também teores menores de açúcares e proteínas, somado à isto o fruto é levemente ácido estando suscetível a contaminação de bactérias, bolores e leveduras, aumentando a perecibilidade do fruto. Sendo assim, é necessário processos tecnológicos que permitam o aumento da vida de prateleira e uso do alimento na entre safra (SEIXAS et al., 2016; NEVES et al, 2015; PINTO et al, 2018).

Partindo da necessidade de suprir a demanda, aumentar a disponibilidade desse fruto na entre safra e desenvolver técnicas que mantenham compostos bioativos nos frutos processados, destacam-se os processos de secagem que é a retirada de uma substância volátil, normalmente água. Especialmente na liofilização, a secagem decorre por sublimação com mudança de uma fase resultando em um produto final com pouca ou sem nenhuma umidade (DUARTE et al., 2017; MUJUNDAR, 2014). Vale ressaltar que a técnica mostrou-se eficiente na conservação nas características químicas dos alimentos (BENNEMAN, 2018; DUARTE et al., 2017).

Diante desse contexto destaca-se a importância do consumo do alimento referido com relevância ao quadro de estatística de mortalidade. Está pesquisa visa determinar o teor de compostos bioativos antioxidantes da polpa da bacaba (*Oenocarpus bacaba*) liofilizada e assim

agregar valor ao fruto oferecendo alternativas para contribuir com áreas industriais, tecnológicas e alimentícias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Globalmente, o maior número de óbitos por DCNT foram causados por Doenças Cardiovasculares (DCV), com um aumento de 14,5% entre os anos de 2006 à 2016 (GLOBAL HEALTH METRICS, 2017). “As DCV são um grupo de doenças do coração” (BRASIL, 2017), que envolve como principais fatores de riscos tabagismo, alimentação inadequada, sedentarismo e alcoolismo.

No Brasil, 383.961 pessoas foram óbitos por DCV em 2018 (SBD, 2018). Entre as maiores incidências, a doença isquêmica cérebro vascular é responsável por 85,1% das mortes causadas por DCV. Embora as mortes prematuras por estas doenças tenha diminuído, pessoas maiores de 70 anos foram responsáveis por 11,1 milhão de óbitos entre 1980 à 2016, sendo justificada por maior envelhecimento populacional (BRASIL, 2014; GLOBAL HEALTH METRICS, 2017). Leite et al. (2015), observaram em suas pesquisas que a região norte e nordeste são os estados com maior número de óbitos por doenças isquêmicas refletido sobre menores acessos a serviços de saúde, piores condições de vida e maior incidência a fatores de risco.

Além de ser responsável por um grande número de mortes tem um número elevado nas razões de internações (BRASIL, 2017). Evidências revelam o alto custo para manter-se internado com DCV. Ademais, observa-se conter um gasto exacerbado com medicamentos, seguido de previdência social e morbidade (SIQUEIRA, FILHO-SIQUEIRA, LAND, 2017). A tabela 1 expõe custos totais por gastos com DCV estimados entre os anos de 2010 à 2015.

Tabela 1 – Custos totais estimados por Doenças cardiovasculares por ano.

Dados/Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Custos	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
diretos	6.169.421.	6.616.780.	6.920.244.	7.337.716.	7.775.257.	7.821.609.
	794,00	073,69	266,23	100,29	583,99	101,66
Reembolso	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
ANS	78.850.898	74.994.805	88.213.668	84.807.361	96.928.835	103.459.58
	,00	,00	,00	,00	,33	7,90
Custo da	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
Morbidade	4.264.270.	4.123.162.	4.505.903.	5.186.366.	5.943.141.	5.657.186.
	533,06	793,55	368,13	128,44	110,03	269,96

Custo	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
mortalidade	19.349.117	17.765.622	18.770.886	20.324.158	22.275.402	21.173.626
	.782,66	.096,07	.111,48	.368,20	.229,74	.058,79
Custo	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
aposentadori	318.131.07	354.809.84	405.196.19	455.036.97	479.361.19	527.998.45
as e auxílios	8,08	9,44	0,10	5,88	3,58	0,32
Custo	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
medicament	968.489.39	1.286.742.	2.277.654.	1.418.869.	2.162.470.	1.819.345.
os	3,60	089,14	330,14	356,06	925,74	140,75
Custos totais	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
DCV	31.148.281	30.222.111	32.968.097	34.806.954	38.732.561	37.103.224
	.479,40	.706,89	.934,08	.289,87	.878,41	.609,38

Fonte: Sociedade Brasileira de cardiologia (2017)

A formação das DCV decorrem de um processo evolutivo e multifatorial da aterosclerose, que é entendida como uma doença inflamatória proveniente de agressão do endotélio nas artérias de médio e grande calibre decorrente da exposição aos fatores de risco. O resultado dessa inflamação causa entupimento total, parcial ou arteriosclerose dificultando o fluxo sanguíneo e consequentemente a oxigenação do corpo é atingida (FLOR, 2017; CARDOSO, 2018).

Na Resolução 53.17, a OMS enfatiza a importância da prevenção das doenças crônicas e seus fatores de risco, por meio de recomendações específicas aos seus países membros (WHO, 2000). Dentre as principais orientações, incluem-se boa alimentação que deve estar regada de frutas e vegetais (BRASIL, 2014).

Estudos estão sendo realizados para analisar a ação destes frutos na prevenção de doenças e sua relevância funcional. Um exemplo disso, é a características de efeito anti-hipertensivo do açaí observado em estudo randomizado com suplementação de açaí, os quais verificou-se uma redução significativa na pressão arterial sistólica (GALE, 2014). Já Silva (2018) sugeriu que as castanhas do brasil em altas concentrações de consumo em longos períodos, pode levar a repercussões metabólicas benéficas a saúde da mulher obesa que não possui deficiência do mineral selênio. Estas pesquisas são exemplos da importância da composição funcional de frutos amazônicos na inserção das dietas humanas, como promotores da prevenção de DCNT e DCV tal como se apresenta a Bacaba.

3.2 BACABA (*OENOCARPUS BACABA*)

O gênero *Oenocarpus* é constituído por nove espécies: *Oenocarpus bacaba* Mart.; *Distichus* Mart.; *Pataua* Mart.; *Circumtextus* Mart.; *Balickii* Kahn.; *Makeru* B.G.H.; *Mapora* H. K.; *Minor* Mart e *Simplex* B.G.H (LEITMAN et al., 2019). A *Oenocarpus bacaba* atinge cerca de 7 à 22 metros de altura e de 12 à 25 metros de diâmetro, com folhas distribuídas sequencialmente. Os frutos estão presentes em cachos e apresentam uma coloração específica (GUIMARÃES, 2013).

A bacaba é amplamente consumida nas regiões amazônicas rica em ácidos graxos e com boa capacidade funcional (PINTO et al., 2018). A safra do fruto ocorre entre os meses de janeiro e abril. Cujo o potencial econômico do fruto é baseado no uso da polpa para produção de bebida, retirada do óleo, palmito e uso do estipe para construção de casas (GUIMARÃES, 2013; SEIXAS, et al., 2016).

Figura 1: Fruto da bacaba (*Oenocarpus Bacaba*)



Fonte: Autora (2019).

Com relação a sua composição centesimal Seixas et al. (2016) identificou 4,75 g de açúcares totais; 30, 36% de umidade e sólidos solúveis totais 69,63% (expressa em 100g de ácido cítrico). Em contraste, Fernandes (2015) identificou na polpa do fruto 1,95 % de açúcares totais, umidade 81,21% e sólidos solúveis totais 0,36% (expressa em 100g de ácido cítrico).

O que desrespeita aos ácidos graxos presentes no fruto, o ácido oleico é o mais abundante e tem ação protetora cardiovascular comprovada, pois auxilia no aumento de receptores hepáticos para a lipoproteína de baixa densidade LDL, reduzindo a sua produção e circulação no sangue (SEIXAS et al., 2016; PINTO et al., 2018). Pinto et al. (2018) descreveu o óleo de bacaba com capacidade funcional satisfatória devido a presença de compostos

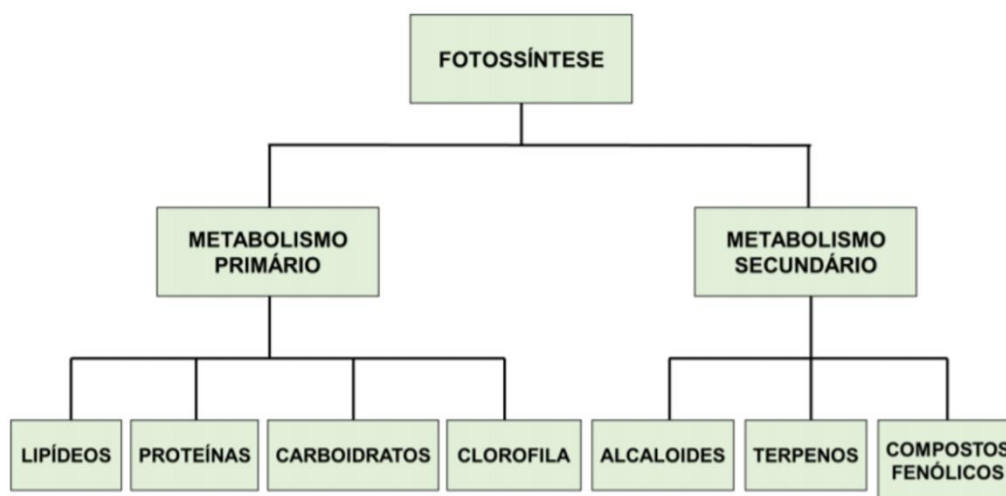
bioativos responsáveis pela prevenção de doenças crônicas degenerativas com possibilidade de uso semelhante ao azeite de oliva.

Neves et al. (2015) observaram as concentrações de compostos fenólicos totais e antocianinas totais em suco de bacaba processado durante 5 dias sob refrigeração. Os valores variaram de 11,2 a 8,18 (mg AGE. 100 g⁻¹). Apesar de uma redução das substâncias ativas com o passar do tempo, apresentou uma capacidade funcional razoável. Em contraste, Nascimento et al. (2019) utilizando técnica de secagem leito de jorro em cascas de bacaba obteve teor de 376.43 ± 1,20 (mg GAE 100 g⁻¹) e teor de antocianinas de 7.74 ± 2.10 (mg 100 g⁻¹) definindo o fruto como uma rica fonte de compostos fenólicos.

3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são compostos orgânicos resultantes do metabolismo secundário entre as plantas, exercendo papel de proteção entre as mesmas (GIUNTINI, 2018). Esse metabolismo se divide em 3 grandes grupos de acordo com sua via metabólica, tais como: terpenos, fenólicos e alcaloides. Os compostos fenólicos provêm do ácido chímico e mevalônico, os tepernos do ácido mevalônico ou da metileritritol e os alcaloides são derivados do ácido chiquíco de aminoácidos linfáticos (THOLL, 2015; ZAYNAB et al., 2018). O teor de compostos bioativos varia entre vegetais pois sofre influência de fatores bióticos e abióticos (LIMA, et al., 2018).

Figura 2 – Exemplo da síntese do metabolismo primário e secundário entre as plantas.



Fonte: Schafranski (2019)

Atualmente estudos concentram-se em analisar a atividade antioxidante (TORMA, 2016; NOVELLO, 2011), atividade antimicrobiana (KOZŁOWSKA et al, 2015; ONITSUKA

et al, 2019) e anticarcinogênese (FINCO, KLOSS, GRAEVE, 2016) dos compostos bioativos em hortaliças.

Os compostos bioativos tem uma relevante importância considerando os benefícios relacionados a saúde do ser humano. Sendo assim, os compostos que visam maior interesse estão os fitoquímicos antioxidante, como compostos fenólicos. Estes desativam os radicais livres e evitam danos a estruturas celulares (PEREIRA, 2017).

A biodisponibilidade de compostos bioativos depende de fatores como bioacessibilidade, liberação da matriz alimentar para que seja absorvido, absorção do lúmen intestinal, distribuição extravascular e do metabolismo quando sofre os processos de excreção pelas vias renal, biliar ou respiratória (GIUNTINI, 2018).

3.3.1 Compostos fenólicos ou polifenóis

Os compostos fenólicos são definidos como o maior grupo de antioxidantes naturais, e estão distribuídos amplamente em todo reino vegetal, sendo de extrema importância para defesa dos mesmos (ABDRABBA; HUSSEIN, 2015). Os compostos fenólicos é apenas uma classe resultante do metabolismo secundário sendo os flavonoides o mais conhecido deles (GIUNTINI, 2018). A estrutura dos flavonoides são ligados por 3 carbonos que podem ou não formar um anel aromático que diferencia o grau de oxidação e leva os flavonoides a uma sub-classificação tais como: flavonas, flavonóis, isoflavonas, antocianina, entre outros (AMIOT; RIVA; VINET, 2016). Os compostos fenólicos estão presentes em diversas hortaliças como limão, laranja, uva, acerola, mangaba, muruci e muitos outros (GIUNTINI, 2018)

3.3.2 Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos responsáveis pela coloração amarela e vermelha dos vegetais tendo como os mais conhecidos α caroteno, β caroteno, luteína e zeaxantina com estrutura química de terpenos são divididos em carotenoides e xantofilas (GIUNTINI, 2018). Estes são utilizados na prevenção de doença pela ação oxidativa e função de pró-vitamina A (CARVALHO et al., 2014; BELWAL et al., 2018). A função mais conhecida dos carotenoides está envolvida com a vitamina A que envolve o crescimento e desenvolvimento de humanos mas também o mesmo destaca-se por sua capacidade antioxidante, captação das luz solar e atuação no sistema imunológico (GIUNTINI, 2018).

Os carotenoides estão sempre associados a fibras alimentares e precisam ser liberados para ser absorvidos. Estima-se que sua biodisponibilidade esteja entre 10 e 50% de tudo que é

ingerido dependendo da digestão, presença de sais biliares e ainda do pH das secreções gástricas que podem reduzir sua absorção quando menor que 4,5 (HORST et al., 2016).

4 LIOFILIZAÇÃO

Partindo do princípio de que a bacaba é um alimento levemente ácido estando suscetível a contaminação de bactérias, bolores e leveduras (NEVES et al, 2015; PINTO et al, 2018). E a necessidade de manter produto na entressafra com suas características funcionais e nutricionais. Surgem os processos de secagem como uma alternativa para suprir a demanda e garantir o fruto. A liofilização consiste em um processo de secagem por sublimação resultando em um produto com pouca ou sem nenhuma umidade com utilização de baixa temperatura (DUARTE et al., 2017)

O método de liofilização é muito benéfico para preservação de polifenóis uma vez que estes são sensíveis a temperatura (CORREA-BETANZO et al., 2015). Também é importante destacar que a liofilização aumenta a porosidade da matriz expondo os carotenoides ao oxigênio de maneira mais efetiva (CARNEIRO, 2016).

A liofilização proporcionou manutenção de maiores conteúdos de polifenóis totais e flavonoides em todas as variedades de farinhas de bagaço de uva se sobressaindo sobre o processo de secagem e em estufa (BENEMANN et al., 2018). Duarte et al. (2017) constatou a retenção de 66% e 60,75 % de carotenoides para Cagaita e Marolo frutos do cerrado.

Nesse sentido, a liofilização surge como uma excelente aliado do fruto bacaba para manutenção de seus componentes nutricionais e oferecendo diversas vertentes para área industrial.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o teor de compostos bioativos antioxidantes da polpa da bacaba (*Oenocarpus bacaba*) liofilizada.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter o material liofilizado da polpa da bacaba;
- Avaliar a atividade de água;
- Determinar seus teores de:- clorofila a e clorofila b;-Licopeno; -Carotenoides totais (conversão em pró-vitamina A);
- Avaliar seus teores de compostos fenólicos (Polifenóis totais);
- Avaliar seus teores de Flavonoides;
- Avaliar seus teores de Antocianinas;
- Avaliar a estrutura morfológica dos grânulos do material liofilizado da polpa da bacaba;

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 PREPARO DA AMOSTRA

A amostra de bacaba foi obtida do mercado do Ver-o-Peso localizado na Região Metropolitana do Município de Belém, Estado do Pará, Brasil.

As amostras foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo realizado procedimentos de seleção, lavagem, despulpamento, secagem e congelamento para posterior processo de liofilização (sublimação) em liofilizador SL-404 da marca solab.

Figura 3 – Fases da bacaba para obtenção do extrato liofilizado



Fonte: Autora (2019)

5.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO

Serão obtidos segundo a metodologia de Vieira et al. (2011), com extrações na proporção de 1:20 (amostra: solvente), utilizando como solvente água destilada. A amostra foi homogeneizada durante 1 hora em erlenmeyer no agitador magnético e em seguida de filtrada em algodão.

5.3 ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ÁGUA

A Atividade de água do material liofilizado foi realizado através de medida direta, em instrumento Labmaster-aw neo Series 3TE da NOVASINA, com controle interno de temperatura a 25 °C;

5.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Foi determinado, em triplicata, seguindo o método de nº981.12 da AOAC (2010), realizando medida em potenciômetro de bancada MS TECNOPON Mpa-210, previamente calibrado com soluções de tampão PH 4 E 7, expressando os resultados em °Brix.

5.5 ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL

De acordo com as normas expressas por Instituto Adolfo Lutz (1985). A Acidez total titulável será obtidas por meio de titulação com NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína com resultados descritos em porcentagem (%) de ácido cítrico (100. g-1).

5.6 SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST)

SST (°Brix) foi obtido por meio do índice de refração de acordo com IAL (2008) através da leitura em refratômetro de bancada da marca Tecnal, modelo AR/200 digital.

5.7 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

5.7.1 Carotenoides totais

O conteúdo total de carotenoides foi determinado por leitura espectroscópica do óleo da bacaba liofilizada, conforme metodologia analítica de separação e extração dos compostos com solventes orgânicos, com leitura em absorbância de 450 nm descritas por Rodriguez-Amaya (2001). Utilizando espectrofotômetro UV/VIS, marca Kasuaki, modelo IL-592. O conteúdo de carotenoides totais foi expresso em microgramas (µg) de β- caroteno.

Equação 1

$$\beta - \text{caroteno } (\mu\text{g}) = \frac{V \text{ (mL)} \times A}{2592 \times m_0 \times 100} 10^6$$

Onde, V = Volume total (mL)

m₀ = Massa da amostra (g)

A = Absorbância

2592= Coeficiente de absorção de Éter de petróleo.

Seguindo desta análise o teor de certos carotenoides será quantificado de acordo com a metodologia proposta por Vinha et al., (2014). Que consiste em 1 g de amostra extraída com 20 mL de cetona e posteriormente efetuada a leitura das absorvências do sobrenadante, aos comprimentos de onda 453, 505, 645 e 663 nm em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI. Tais como:

- Tores de clorofila a

Equação 2

$$\text{Clorofila } a \left(\frac{mg}{g} \right) = -0,999A_{663} + 0,0989A_{645}$$

- Teores de clorofila b

Equação 3

$$\text{Clorofila } b \left(\frac{mg}{g} \right) = -0,328A_{663} + 1,77A_{645}$$

- Licopeno

Equação 4

$$\text{Licopeno} \left(\frac{mg}{g} \right) = -0,0458A_{663} + 0,204A_{645} + 0,372A_{505} - 0,0806A_{453}$$

5.7.2 Análise de flavonóides e antocianinas

Para determinação de flavonoides e antocianinas foi analisado de acordo com a metodologia descrita por Lees, Francis (1972) com leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides e 535 nm para antocianinas.

5.7.6 Polifenóis totais

O teor de Polifenóis totais será analisado, de acordo com o ensaio de Folin Ciocalteu, tal como descrito por Ali akbarian, Casazza, Perego (2011), utilizando-se um espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI, a um comprimento de onda de 725 nm e os resultados foram calculados através da curva-padrão de ácido gálico com equação da reta $y=0,0017x$ ($R^2=0,9966$).

5.8 ANÁLISES MORFOLÓGICAS

As análises morfológicas dos grânulos foram realizadas pela visualização em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), com amostras acopladas em suportes e metalizados com Au/Pd para permitir condutividade elétrica necessária no processo de formação das imagens, em Corrente do feixe de elétrons de 85-90 μA . As imagens ou eletromicrografias foram realizadas em Microscópio eletrônico de varredura marca Tescan, modelo Vega3, instalado no Laboratório de Nanomanipulação (PPGF/ UFPA).

6 RESULTADOS

6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Na Tabela 2 são apresentados as características físico-químicas da polpa de bacaba liofilizada.

Tabela 2 – Características físico-químico da polpa de bacaba liofilizada.

	1	2	3	Média	DP
PH	5,25	5,40	5,40	5,35	0,07
Sólidos solúveis totais (° brix)	1,25	1	1	1,08	0,12
Atividade de água (Aw)	0,15	0,18	0,18	0,17	0,01
Acidez total titulável (% em ácido cítrico)	0,45	0,38	0,45	0,43	0,03

Fonte: Autora (2019)

*Dados representam média $\pm$ Desvio padrão da triplicatas.

No presente estudo o pH apresentou média de $5,35 \pm 0,07$ e é semelhante aos dados encontrados na polpa in natura de bacaba analisadas por Alcântara et al., (2015) de 5,3 e por Seixas et al. (2016) de 5,83 respectivamente. Já a acidez total titulável encontrada no estudo apresentou média de $0,43 \pm 0,03$ (% ácido cítrico) próximo ao encontrado por Fernandes (2015) de 0,36 (ácido cítrico/100g) e Seixas et al. (2015) de 0,22 (ácido cítrico/100g).

A partir desses dados comparativos é possível confirmar que a bacaba é levemente ácida já citado por Seixas et al. (2015). O pH e a acidez total titulável são análises com relevância significativa pois os mesmos estão diretamente ligados ao desenvolvimento de processos enzimáticos e microbiológicos, afetando a qualidade do fruto (ALCÂNTARA, 2014).

A atividade de água verificada no estudo obteve média de $0,17 \pm 0,01$. Abaixo do encontrado por Fernandes (2015) de 0,98 de atividade de água, manifestando em seu estudo que a polpa de bacaba é altamente perecível. Fato não apresentado nesta pesquisa, por se tratar de material liofilizado, o que reduz a atividade de água e aumenta sua estabilidade.

É importante enfatizar que essa diminuição de atividade de água está relacionada com o método de conservação utilizado. A liofilização que é um método de desidratação que tem como um de seus objetivos aumentar a vida de prateleira e manter as características sensoriais e nutricionais (FRANÇA, PRADA, 2019).

Os sólidos solúveis totais apresentaram média de $1,08 \pm 0,12$ (°brix). Neves et al. (2015) analisando a qualidade de frutos em uma escala de tempo observou que no primeiro dia de avaliação dos frutos os sólidos solúveis totais apresentaram média de 1,53 e no quinto de 1,43 (°brix) abaixo do encontrado nesta análise. Neves (2015) no mesmo estudo notou que o açaí (*Euterpe Oleracea* MART.) mostrou-se mais doce que a palmeira utilizada nesse estudo (*Oenocarpus bacaba* MART.). É válido enfatizar que ainda não há legislação vigente quanto a quantidade de sólidos solúveis totais para bacaba.

6.2 CAROTENOIDES TOTAIS

Os teores totais de carotenoides estão apresentados na Tabela 3 expressos em β -caroteno e convertido em vitamina A. Esta conversão considera que $1\mu\text{g}$ de β -caroteno é equivalente a $0,167\mu\text{g}$ de Retinol (RE) determinado pela RDC nº269 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005). Os dados desta pesquisa foram comparados a Ingestão Diária Recomendada (DRI) para diferentes faixas etárias da população Brasileira (BRASIL, 2005).

Tabela 3 – Carotenoides totais, convertidos em Equivalente de Retinol (RE)

β -caroteno($\mu\text{g}/100\text{g}$)	RE($\mu\text{g}/100\text{g}$)	IDR Vitamina A (Brasil, 2005)
1.041	174	Criança 1-3 anos: $400\mu\text{g RE}$
1.007	168	Criança 4-6 anos: $450\mu\text{g RE}$
1.157	193	Criança 7-10 anos: $500\mu\text{g RE}$
		Adultos: $600\mu\text{g RE}$
		Gestantes: $800\mu\text{g RE}$
$1.068,3 \pm 6,45$	$178,3 \pm 10,65$	Lactantes: $850\mu\text{g RE}$

Fonte: Autora (2019)

*Médias $\pm$ Desvio padrão das triplicatas

Os teores de β -carotenoides totais estão expressos na tabela 3 com média de $1.068,3 \pm 6,45$ ($\mu\text{g}/100\text{g}$). Fernandes (2018) em análise da polpa de bacaba in natura obteve valores de $647 \pm 0,24$ ($\mu\text{g}/100\text{g}$) que estão bem abaixo do encontrado na polpa de bacaba liofilizada. Em contrapartida, Filho (2018) em sua pesquisa analisou o fruto da bacaba seca em estufa e alcançou valores de $990 \pm 0,47$ ($\mu\text{g}/100\text{g}$) aproximando-se dos resultados visto neste estudo. Em comparação com frutos descritos como fontes de β -caroteno na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2017) em seu estado in natura, resultando em tomate cru 320 ($\mu\text{g}/100\text{g}$), goiaba 415 ($\mu\text{g}/100\text{g}$) e maçã 42 ($\mu\text{g}/100\text{g}$) mostram que os resultados reportados

são menores que os achados nesta pesquisa. É válido destacar que a comparação dos resultados é feita em estudos do fruto in natura ou secos em estufa devido poucos estudos do fruto bacaba com seu produto liofilizado, o que torna mais difícil a comparação.

Matos et al. (2019) propõe uma classificação para quantidade carotenoides: baixa (0-100 $\mu\text{g}/100\text{g}$), moderada (100-500 $\mu\text{g}/100\text{g}$), alta (500-2000 $\mu\text{g}/100\text{g}$) e muito alta ($\geq 2000\mu\text{g}/100\text{g}$). Com base nesta classificação a bacaba liofilizada expressou alta concentração de carotenoides. Em um estudo sobre a estabilidade de preservação do teor de carotenoides a liofilização mostrou maior estabilidade quando comparado a outras formas de tratamento (CARNEIRO, 2016). Relacionando carotenoides com medida caseira, uma colher de sopa cheia de bacaba liofilizada pesa em média 6,5 gramas contendo 69,44 microgramas de β -caroteno. É importante ressaltar que é necessário estudos para confirmar estes dados já que tratamos de componentes extremamente sensíveis não sendo possível confirmar esses dados.

O carotenoide β -caroteno apresenta função de pró-vitamina A no organismo humano, com 100 % de atividade (TORMA, 2016). Sabe-se que a vitamina A está envolvida no crescimento e desenvolvimento humano e que a deficiência de vitamina A afeta milhões de pessoas no mundo (GIUNTINI, 2018).

Somados a seus teores de carotenoides a polpa liofilizada de bacaba apresenta outros compostos bioativos como os apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Determinação de compostos bioativos na polpa de bacaba liofilizada.

Amostras	1	2	3	Média	DP
Antocianinas (mg/100g)	21,34	21,20	21,44	21,32	0,09
Flavonoides (mg/100g)	54,36	53,99	54,41	54,25	0,18
Compostos fenólicos totais (mg AGE/100g)	184,6	177,6	-	181,11	3,5

Fonte: Autora (2019)

Os valores médios dos teores de antocianinas 21,32 (mg/100g) foi semelhante ao obtido por Fernandes (2015) de 27,11 (mg/100g). No entanto, frutos como bacabi e açaí pertencentes a mesma família que a bacaba alcançou resultados mais elevados que o reportado neste estudo de 40,31 (mg/100g) para o bacabi (DOMINGUES, CARVALHO, BARROS, 2014) e o açaí de 73,54 (mg /100g) (SILVA, et al., 2017). As antocianinas além de serem responsáveis pela

coloração vermelha/roxa de muitos frutos é potencialmente benéfica a saúde por sua atividade antioxidante e seu poder anticarcinogênico (QUEIROZ, 2015).

Em relação aos teores de flavonoides quando comparado com Santos (2015) obteve resultado inferior 62,02 (mg/100 g b.s.) já que o valor obtido nesse estudo foi com média de 54,25 (mg/100g). Em contraste, analisando valores obtidos da palmeira inajá (*Attalea maripa* Mart) 34,14 (mg/100g b.s) a bacaba demonstrou-se acima do observado por Santos (2015). Também foram percebidos quantidades abaixo do investigado em comparação com outras hortaliças com presença de flavonoides, cebola com 10,0 (mg/100g) e maçã com 8,7 (mg/100g) (SAVI, et al., 2017). Flavonoides são pigmentos naturais encontrado em diversas frutas e folhas sendo um dos grupos mais relevantes de carotenoides tendo como uma das suas funções mais importantes ação antioxidante, propriedades anti-inflamatórias e antivirais (SILVA et al, 2015).

Os resultados dos compostos fenólicos foram compreendidos em 181,11 (mg AGE/100g) apresentando valores superiores do encontrado na literatura de outras palmeiras nativas da amazônia como inajá (*Attalea mapira* (Aubl) Mart) 109,75 (mg AGE/100g b.s.) e tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) 127,27 (mg AGE/100g b.s.) (SANTOS et al., 2015). Todavia, valores menores do encontrado foram percebidos em comparação a outros frutos nativas da Amazônia como Bacuri (*Platonia insignis*) 521 (mg AGE/100G), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) 305 (mg AGE/100G) e abiu (*Pouteria caimito*) 430 mg AGE/100G) (BECKER, et al., 2018). Assim como os flavonoides e antocianinas, os polifenóis auxiliam como antioxidantes em prol da destruição dos radicais livres atuando também em outros sistemas antioxidantes. (BOMFIM, et al., 2017).

Tabela 5 –Comparação de carotenoides e fenólicos totais da polpa de bacaba liofilizada com frutos amazônicos.

	Bacaba	Abiu (VIGOLIN, SEIXAS, JANZATTI, 2017)	Araça (VIGOLIN, SEIXAS, JANZATTI, 2017)	Camapu (FILHO,2019)	Tucumã (FILHO,2019)
Compostos fenólicos totais (mg/100g)	181,11	66,06	172	204	356,3
Carotenoides totais expresso em β -caroteno (μ g/100g)	1068	255,5	380,77	141	3156

Fonte: Autora (2019)

*Abiu (*Pouteria caimito*); Araça (*Eugenia stipitata*); Camapu *Physalis Angulata*; tucumã (*Astrocaryum vulgare*.)

A tabela 5 compara resultados obtidos no presente estudos com outros frutos presentes na região amazônica. Em meio a está comparação a bacaba apresentou-se mais elevada em quantidades de compostos fenólicos e carotenoides totais na maioria dos frutos. Apenas *Astrocaryum vulgare* popularmente conhecido como tucumã foi superior a quantidade de compostos fenólicos e carotenoides totais.

Como já citado nessa pesquisa, sabe-se que a biodisponibilidade de compostos bioativos depende de diversos fatores como bioacessibilidade, liberação da matriz alimentar para que seja absorvido, absorção do lúmen intestinal, distribuição extravascular e do metabolismo quando sofre os processos de excreção pelas vias renal, biliar ou respiratória (GIUNTINI, 2018).

Outros compostos presentes na polpa liofilizada de Bacaba relacionada à sua coloração e função funcional em compostos bioativos estão mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Determinação de clorofila a, clorofila b e licopeno.

	1	2	3	Média	DP
Clorofila a (mg/100g)	0,118	0,108	0,108	0,112	0,005
Clorofila b (mg/100g)	0,114	0,100	0,096	0,104	0,008
Licopeno (mg/100g)	0,029	0,025	0,024	0,026	0,002

Fonte: Autora (2019)

A clorofila a apresentou média de 0,112 (mg/100g) e a clorofila b média de 0,008 (mg/100g). Comparando com valores determinados desses pigmentos. Ferrari (2015) analisou o teor no óleo de abacate durante 3 dias e obteve resultados entre 7,32 e 8,81 (mg/100g). Valores bem elevados quando comparado com a polpa de bacaba liofilizada. No entanto, Silva (2016) analisando o fruto de graviola liofilizada resultou em 0,097 (mg/100g) de clorofila a próximo do descrito neste estudo e clorofila b 0,058 (mg/100g) abaixo do valor encontrado na bacaba.

Vale ressaltar que a clorofila está envolvida no processo de fotossíntese, sendo a unidade principal desse processo, encarregada da conversão de energia luminosa em química nas plantas (REIS et al., 2006) apud (OLIOSI, et al., 2017). Guitierrez (2014) sinaliza a viabilidade de usar o teor de clorofila como método de avaliar maturação de frutos uma vez que a degradação da clorofila faz parte do processo de maturação. *Oenocarpus bacaba mart* mesmo apresentado teores de clorofila, há poucos relatos na literatura sobre este achado. Acredita-se que a determinação de clorofilas neste estudo poderá colaborar para novas pesquisas e exploração do fruto.

Segundo Reed, Rocha (2014) as clorofilas podem ser utilizadas tanto como pigmentos quanto como antioxidantes possuindo capacidade anticancerígena, efeito desintoxicantes das células e poder de inibição de radicais livres. Entretanto, as clorofilas são facilmente alteradas e modificadas através do aquecimento, presença de luz, oxigênio entre outros (SILVA, 2016).

O licopeno obteve média de 0,026 (mg/100g) inferiores a fontes deste pigmento o tomate cru 3,5(mg/100g), goiaba 0,5 (mg/100g), mamão 1,77 (mg/100g) e espinafre 6,76 (mg/100g) verificados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2017). Cheng et al. (2017) exibiu evidências que o consumo de produtos à base de tomate cru fonte de licopeno ou uso da suplementação de licopeno tem efeitos positivos sobre os lipídios no sangue e pressão

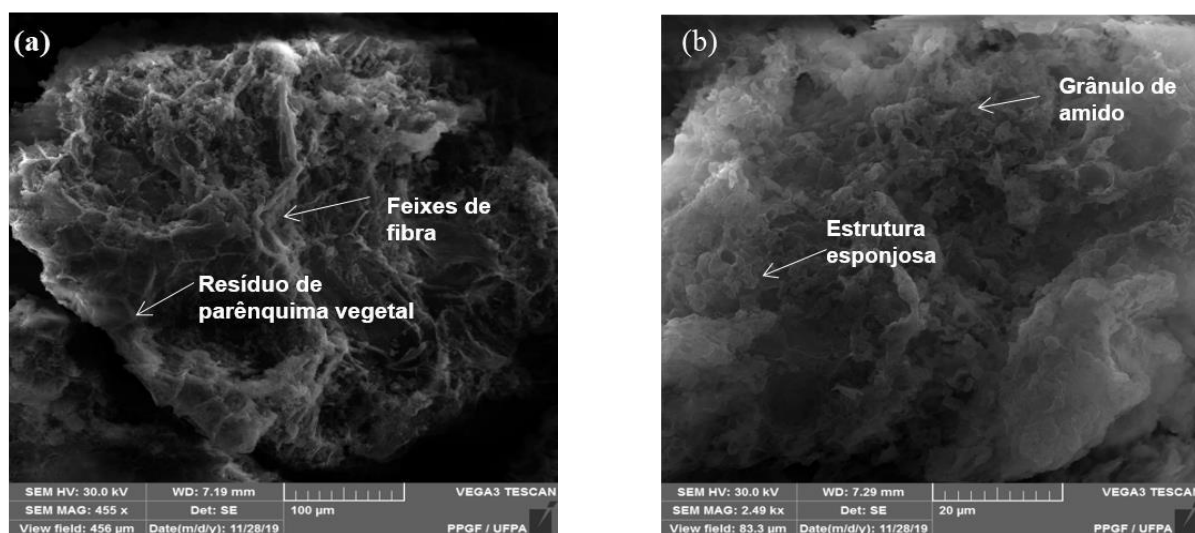
sanguínea, ou seja, auxilia na prevenção de doença cardiovascular citado neste estudo como a doença responsável por um elevado número de óbitos no mundo (GLOBAL HEALTH METRICS, 2017).

Outro fator de extrema importância do licopeno é sua relação de prevenção contra o câncer de próstata. Jiang, Liu, Li (2018) em um estudo sobre o potencial terapêutico do licopeno em diferentes tumores de câncer de próstata confirmaram a inibição potente do tumor após o uso do licopeno, demonstrando que o seu papel de inibição está relacionado com seu papel anti-inflamatório. Licopeno apresentou não só efeitos positivos no câncer mais também Semeghini (2019) relacionou o licopeno com a osteoporose sugerindo que o mesmo pode beneficiar no metabolismo ósseo contra osteoporose.

6.3 ANÁLISE MORFOLÓGICA

Outros aspectos relevantes analisados foram às estruturas morfológicas dessa matéria-prima. As quais são mostradas nas figuras 4 e 5.

Figura 4: Imagens obtidas por meio da MEV da polpa de bacaba desengordurada liofilizada (a) Grânulo de formato e superfície irregular ampliada em 455x (b) Superfície externa do grânulo ampliado em 2.49 kx.



Fonte: Autora (2019).

A morfologia da polpa liofilizada de Bacaba é mostrada de forma ampla na Figura (a). A estrutura morfológica mostra um grânulo de formato e superfície irregular de aspecto fibrilar com pequenas reentrâncias envolto em conformações fibrilares.

Na Figura (b) são apresentadas as estruturas em destaque ampliada da superfície externa do grânulo. Apresentam superfície dos grânulos com involuções com estruturas em forma

arredondada semelhantes a amidos, com mais espaços e reentrâncias, seu formato mantém-se irregular de aspecto esponjoso.

As diferenciações estruturais morfológicas internas e de superfícies externas (em destaque) mostram aspecto com diferenças estruturais, com feixes de fibras mais aparente internamente mais aderido internamente e mais globular esponjoso externamente.

Estes dados podem ser relacionados às potencialidades tecnológicas funcionais que podem estar presentes nesta matéria-prima. Como a capacidades de aplicação dessa matéria-prima, pois suas superfícies e conformações esponjosas e fibrilares podem mostram seu potencial de utilização nos segmentos de panificação e massas em geral, em formulações de base ou em proporções alimentares que necessitem de funções como absorver e reter materiais como água, óleo e demais compostos líquidos aplicados nas industriais de formulação de alimentos, aliado as suas propriedades em compostos bioativos, fornecendo um material com relevante ação nutricional, tecnologia e funcional a diversos segmentos industriais.

7 CONCLUSÃO

Os dados apresentados nesta pesquisa com a aplicação de técnicas de liofilização mostram vantagens frente a outras formas de secagem por preservar os constituintes bioativos termosensíveis de sua composição. Os resultados obtidos neste estudo apresentaram valores que a bacaba é uma fonte de destaque entre as oleaginosas amazônicas, no que tange a quantidade de compostos bioativos, com destaque para seus teores em carotenoides, vitamina C e polifenóis totais com elevado potencial em alegações de funcionalidade.

A estrutura morfológica dos grânulos do pó liofilizado de Bacaba mostram aspectos de funcionalidade a saúde humana por sua riqueza em feixes e estruturas com função fibrosa (parênquima vegetal), além de suas superfícies de aspecto esponjosos, o que pode inferir sobre seu potencial nutricional e funcional-tecnológico de consumo e aplicação.

Assim, constatamos que a bacaba em forma de pó liofilizado, também tem um bom potencial nutricional e funcional evidenciando os benefícios à saúde na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis entre outras. Além disso, de apresentar-se como matéria-prima para aplicação em diferentes segmentos industriais e alimentícios.

REFERÊNCIAS

ABDRABBA, S.; HUSSEIN, S. Chemical composition of pulp, seed and peel of red grape from libya. **Glob. J. Sci. Res**, p. 6-11, 2015.

ALCÂNTARA, E. M. **Caracterização e agregação de valores à bacaba (Oenocarpus Bacaba Mart Arecacea)**. 2014. 90. f. Tese de doutorado Universidade de Lavras, Lavras.

ALI AKBARIAN B.; CASAZZA A.A.; PEREGO P. Valorization of olive oil solid waste using high pressure-high temperature reactor, **Food Chemistry**, v.128, p.704-710, 2011.

AMIOT, M. J.; RIVA, C.; VINET, A. Effects of dietary polyphenols on metabolic syndrome features in humans: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 17, p. 573– 586, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. (1094. p) Gaithersburg, 2010.

BECKER. M. M. et al. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Braz. J. Food Technol.** v. 21, 2018.

BELWAL, T. et al. Phytopharmacology of Acerola (Malpighia spp.) and its potential as functional food. **Trends food Sci. Technol**, v.74, p. 99-106, 2018.

BENNEMAN, G. D. Bioactive compounds and antiradical activity in grape pomace flours from different cultivars dehydrated in a freeze dryer and in an oven. **Braz. J. Food Technol**, v. 21, 2018.

BOMFIM, M. P. et al. Caracterização dos compostos bioativos em Frutas e hortaliças adquiridas no comércio de Padova – Itália. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 2, 2017.

BRASIL. Controle de Doenças Crônicas Não Transmissíveis Gera Retornos Financeiros e de Saúde. **Organização Mundial da Saúde**. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Saúde Brasil 2015/2016 :Uma análise da situação de saúde e da epidemia pelo vírus Zika e por outras doenças transmitidas pelo Aedes aegypti. **Brasília: Ministério da saúde**, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Guia alimentar da população Brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília, 2014.

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.

CARDOSO, S. M. **Perfil de risco para aterosclerose em crianças e adolescentes portadores de cardiopatia congênita**. 2018. 260 f. Tese de doutorado Universidade de Santa Catarina. Florianópolis.

CARNEIRO, B. L. A. **Estabilidade química e funcional dos compostos bioativos da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada**. 2016. 111 f. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo.

CARVALHO, A. V. et al. Mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 399-408, 2014.

CHENG, H. M. et al. Tomato and lycopene supplementation and cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. **Atherosclerosis**, v. 257, p. 100–108, 2017

COUTINHO, R. M. P. et al. Physicochemical and microbiological characterization and antioxidant capacity of açaí pulps marketed in the states of Minas Gerais and Pará, **Ciência Rural**, v. 47, n. 1, 2017.

CORREA-BETANZO, J. et al. Complex formation of blueberry (*Vaccinium angustifolium*) anthocyanins during freeze-drying and its influence on their biological activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 11, p. 25-63, 2015.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD M. N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, 2009.

DIAS, W. L. et al. Teor de clorofila e carotenóides de sementes de alface com e sem priming revestidas em diferentes colorações. **Enciclopedia biosfera**, v. 13, n. 24, p. 1033, 2016.

DOMINGUES, A. F. N.; CARVALHO, A. V.; BARROS, C. R. Caracterização físico-química da polpa de bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten). **Embrapa Amazônia Oriental: Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, p.18, 2014.

DUARTE, E. L. et al. Influência da liofilização sobre carotenoides de frutos do cerrado e comportamento higroscópico de produtos liofilizados. **Perspectiva online: biologia & saúde**, 2017.

FERNANDES, E. D. F. **Conservação da Polpa de Bacaba (*Oenocarpus Bacaba*) por tecnologia dos obstáculos**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

FERRARI, R. A. Nota Científica: Caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento. **Braz. J. Food Technol.** Campinas, v. 18, n. 1, p. 79-84, 2015.

FILHO, G. X. P. **Plantas alimentícias não convencionais da Reserva Extrativista Rio Cajari, Amapá: levantamento etnobotânico, composição química e propagação**. Universidade Federal de Viçosa. Tese (Doutorado). f.195. Minas Gerais, 2018.

FINCO, F. D. B. A.; KLOSS, L.; GRAEVE, L. Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) phenolic extract induces apoptosis in the MCF-7 breast cancer cell line via the mitochondria-dependent pathway. **NSF Journal**, v. 5, p. 5-15, 2016.

FLOR, S. R. A. **Estilo de vida de jovens universitários da área da saúde e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares**. 2017. 149 f. Dissertação de mestrado Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

FRANÇA, T.; PRADA, M. H. Caracterização dos nutrientes presentes em levedura (*saccharomyces cerevisiae*) submetida a liofilização. **Bioenergia em revista: diálogos**. n. 1, p. 48-61, 2019.

GALE, A. M.; KAUR, R.; BAKER, W. L. Hemodynamic and electrocardiographic effects of acai berry in healthy volunteers: a randomized controlled trial. **International Journal of Cardiology**, v. 174, n. 2, p. 421-423, 2014.

GLOBAL HEALTH METRICS. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. London, v. 390, p. 1151-1210, 2017.

GIUNTINI, E. B. Alimentos funcionais. **Editora e Distribuidora Educacional S.A.** p. 216, 2018.

GUIMARÃES, A.C.G. **Potencial funcional e nutricional de farinha de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e bacaba (*Oenocarpus bacaba*)**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

GUISTERREZ, M. **Fruit ripening/ scald relationship in apple**. 2014. 139 f. Doutorado em ciência e tecnologia agrícola, ambiental e alimentar universidade de Bologna, Bologna.

HORST, M. A. et al. Biodisponibilidade de compostos bioativos. **Cozzolino, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes**. 5º ed. p. 949-987, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. p. 1020. São Paulo, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. p. 533, v. 1. São Paulo, 1985.

JIANG, L. N.; LIU, Y. B.; Li, B. H. Lycopene exerts anti-inflammatory effect to inhibit prostate cancer progression. **Asian journal of andrology**, v. 21, p. 80–85, 2018.

KOZŁOWSKA, M. et al. Chemical composition and antibacterial activity of some medicinal plants from Lamiaceae family. **Acta Polonicae Pharmaceutica**, v. 72, p. 757-67, 2015.

LAUVAI, J. et al. Bacaba phenolic extract attenuates adipogenesis by down-regulating PPAR γ and C/EBP α in 3T3-L1 cells. **NSF journal**, v. 9, p. 8-14, 2017.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hortscience, Alexandria**, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

LEITE, et. al. Carga de doença no Brasil e suas regiões. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 31, p.1551-1564, 2015

LEITMAN, P. et al. *Arecaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15713>>. Acesso em 25 de outubro de 2019.

LIMA, N. T. R. et al. A influência de fatores ambientais na presença de metabólitos secundários na espécie varonia globosa jacq, e o uso problemático de plantas para fins medicinais. **III Conbracis**, 2018.

MALTA, D. C. et al. Doenças crônicas não transmissíveis e a utilização de serviços de saúde: análise da Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil. **Rev saúde pública**. 2017

MATOS, K. A. N. et al. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food chemistry**, Belém, v. 272, p. 216-221, 2019.

MELLO, L. D.; PINHEIRO, M. F. Aspectos de azeites de oliva e de folhas de oliveira. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.23, n. 4, p. 537-548, 2012.

MUJUNDAR, A. S. Handbook of Industrial Drying. 4. ed. **Boca Raton: CRC press**, 2014.

NASCIMENTO, R. A. et al. **Bacaba powder produced in spouted bed: an alternative source of bioactive compounds and energy food product**. 2019. Pós-graduação em engenharia química Universidade Federal do pará, Belém, 2019.

NEVES, L. T. B. et al. Qualidade de frutos processados artesanalmente de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira Fruticultura**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 729-738. São Paulo, 2015.

NOVELLO, A. A. **Extração de antocianinas dos frutos do açaí da mata atlântica (*Euterpe edulis Martius*) e sua atuação nas atividades antioxidantes e antiaterogênica em camundongos APOE -/-**. 2019. 79 f. Dissertação de mestrado universidade federal de viçosa, Viçosa.

OLIOSI, G. et al. Fluorescência transiente da clorofila a e crescimento vegetativo em cafeeiro conilon sob diferentes fontes nitrogenadas. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 248 - 259, 2017.

ONITSUKA, S.; HAMADA, T.; OKAMURA, H. Preparation of antimicrobial gold and silver nanoparticles from tea leaf extracts. **Colloids and Surfaces B. Biointerfaces**, v. 173, p. 242-248, 2019.

PEREIRA, L. F. S. **Espectroscopia no NIR e processamento de imagens digitais para classificação de mamão papaia (*Carica papaiiaa L.*)**.2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2017.

PINTO, R. H. H. et al. Extraction of bacaba (*Oenocarpus bacaba*) oil with supercritical CO₂: Global yield isotherms, fatty acid composition, functional quality, oxidative stability, spectroscopic profile and antioxidant activity. **Grasa y Aceites**, 2018.

PUERARI, C.; TEXEIRA, K. T. M.; SCHWAN, R. F. Bacaba beverage produced by Umutina Brazilian Amerindians: Microbiological and chemical characterization. **Brazilian Journal of Microbiology**, Minas Gerais, v. 46, n. 4, p. 1207-1216, 2015.

QUEIROZ, M. J. G. **Evolução das antocianinas, atividade antioxidante e parâmetros de cor no Vinho do Porto ao longo do seu envelhecimento**. 2015. 103 f. Tese de mestrado. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Porto.

REED, E.; SANTOS, D. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para saúde. **Estudos**, v. 41 n. 1 p. 76-85. Goiânia, 2014.

REIS, A. R. et al. Diagnóstico da exigência em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

REIS, A. R. R., et al. Conhecendo os benefícios dos alimentos funcionais. **Extramuros**, Petrolina, v.4, n. 2, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. Washington, 2001. 64p.

SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. do. S. M.; BRITO, E. S. B.; ALVES, R. E. Amazonian Native Palm Fruits as Sources of Antioxidante Bioactive Compounds. **Antioxidant**, v. 4, p. 591-602, 2015.

SAVI, P. R. S. et al. Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. Demetra: alimentação nutrição e saúde. Curitiba, v. 12. p. 275-287, 2017.

SEIXAS, F. R. F. et al. Características físico-química e perfil lipídico da bacaba proveniente da Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão. v. 7, n.3, p. 105-116, 2016.

SEMEGHINI, M. S. **Efeito Do carotenoide licopeno no metabolismo ósseo e na atividade funcional de células de linhagem osteogênica de ratas ovariectomizadas**. 2019. p. 72. Tese de doutorado faculdade de odontologia de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto.

SHANFRANSKI, K. **Extração e caracterização de compostos fenólicos de folhas de amoreira preta (*Marus Nigra L.*) e encapsulamento em esferas de alginato.** 2019.100 f. Dissertação (Mestrado em biotecnologia) Universidade federal do paraná, Ponta Grossa.

SILVA, A. C. M. **Compostos bioativos da polpa, casca e folhas da Graviroleira sob diferentes métodos de secagem.** 2016. 59 f. Dissertação de mestrado. Universidade estadual do sudeste da Bahia, Itapetinga.

SILVA, A. K. N. et al. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. **Revista brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 2205-2216, 2017.

SILVA, G. B. **Efeito do consumo de castanhas-do-brasil (*Bertholettia excelsa* H.B.K.) sobre os biomarcadores inflamatórios e o estado nutricional relativo ao sel nio de mulheres obesas.** 2018. 96 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, L. R. et al. Flavonoides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **cta toxicológica argentina**. v.23, n.1, p. 36-46, 2015.

SIQUEIRA, A. D. S. E.; SIQUEIRA-FILHO, A. G. D.; LAND, M. G. P. Análise do impacto econ mico das doenças cardiovasculares nos últimos 5 anos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 1. p. 39-46, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA (SBD). Notícias. Cardi metro da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Disponível em: <http://www.cardiometro.com.br/default.asp>. Acesso: 15 de maio de 2019.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIC O DE ALIMENTOS. Tabelas complementares – Vitamina A e carotenoides. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 6.0. São Paulo, 2017.

THOLL, D. Biosynthesis and biological functions of terpenoids in plants. **Biotechnology of isoprenoids**, Springer, p. 63-106, 2015.

TORMA, P. C. M. R. **Valor nutricional, perfil de compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*).** 2016. 131 f. Dissertação de mestrado- Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre.

TURECK, C. et al. Avaliação da ingestão de nutrientes antioxidantes pela população brasileira e sua relação com o estado nutricional. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, n. 1, p.30-42, 2017.

VIEIRA, L. M. **Caracterização química e capacidade antioxidante *in vitro* do coco babaçu (*Orbignya speciosa*)**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Teresina.

VIGOLIN, B. L.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesq. agropec. Bras.** Brasília, v. 52, n. 10, p. 933-941, 2017.

VINHA, A. F. et al. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. **LWT- Food Science and Technology**, v. 55, p. 197-202, 2014.

WHO. Prevention and control of noncommunicable diseases. Resolução n.53.17, 20 de maio de 2000. **Organização Mundial da Saúde**, 2000.

ZAYNAB, M. et al. Role of secondary metabolites in plant defense against pathogens. **Microbial pathogenesis**, 2018.